

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT-UND
MARKENAMT

12 Übersetzung der
europäischen Patentschrift

97 EP 0751 313 B 1

10 DE 696 15 098 T 2

51 Int. Cl.7:
F 16 C 33/10

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 696 15 098.0
96 Europäisches Aktenzeichen: 96 304 377.3
96 Europäischer Anmeldetag: 12. 6. 1996
97 Erstveröffentlichung durch das EPA: 2. 1. 1997
46 Veröffentlichungstag der Patentansprüche
in deutscher Übersetzung: 5. 6. 1997
97 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 12. 9. 2001
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 24. 1. 2002

- 30 Unionspriorität:
495822 28. 06. 1995 US
73 Patentinhaber:
Quantum Corp., Milpitas, Calif., US
74 Vertreter:
Rehberg und Kollegen, 37073 Göttingen
84 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, NL

72 Erfinder:
Williams, Carl D., Colorado Springs, Colorado
80907, US; Mills, Richard E., Colorado Springs,
Colorado 80904, US; Cordova, Jackie, Colorado
Springs, Colorado 80907, US

Vorlage	Ablage	P 726
Haupttermin		
Eing.: 23. JAN. 2003		
PA. Dr. Peter Riebling		
Bearb.:	Vorgelegt.	

54 Verfahren und Apparat zum Zuführen von Schmierstoff in ein hydrodynamisches Lager

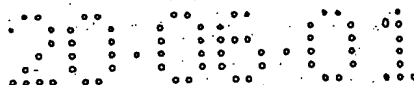
Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 696 15 098 T 2

DE 696 15 098 T 2

3680



BEZUGNAHME AUF VERWANDTE PATENTE

Die vorliegende Erfindung ist verwandt ("related") mit dem Inhalt der US-Patente 4,795,275 "Hydrodynamic Bearing", veröffentlicht am 3. Januar 1989; 5,067,528 "Hydrodynamic Bearing", veröffentlicht am 26. November 1991; und 5,112,142 "Hydrodynamic Bearing", veröffentlicht am 12. Mai 1992. Die Patente sind derzeit auf die Quantum Corporation, Milpitas, Kalifornien, dem Inhaber ("Assignee") der vorliegenden Erfindung, übertragen. Die Patente sind durch Bezugnahme eingeschlossen ("incorporation by reference").

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein hydrodynamische Lager. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren und eine damit in Verbindung stehende Vorrichtung zum Zuführen eines flüssigen Schmierstoffs in ein hydrodynamisches Lager.

Der flüssige Schmierstoff wird dem Lager zugeführt, um die bewegliche Teile des Lagers trennenden Zwischenräume zu füllen. Wenn flüssiger Schmierstoff dem Lager zum Füllen der Zwischenräume gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung zugeführt wird, werden mit in dem Lager eingeschlossenen Luftblasen verbundene Probleme minimiert. Insbesondere werden in dem Lager eingeschlossene Luftblasen während des Zuführens des flüssigen Schmierstoffs in das Lager kollabiert. Eine thermisch bezogene Expansion der Luftblasen stellt keine Probleme während des Betriebs des Lagers dar, sobald diese kollabiert sind.

Viele Arten von Lagern und Lagerzusammenstellungen sind für die Verwendung in vielen unterschiedlichen Arten von Vorrichtungen kommerziell verfügbar. Übliche Radiallager und übliche Kugellager sind Beispiele für kommerziell verfügbare und vielfach verwendete Lager.

Eine Festplatteneinrichtung ist ein Beispiel für eine Vorrichtungen, die Lager verwendet. Eine Festplatteneinrichtung ist ein Computer-Massenspeicher, von dem Daten gelesen und/oder auf den Daten geschrieben werden können. Im allgemeinen weist eine Festplatteneinrichtung ein oder mehrere zufällig zugreifbare ("randomly-accessible") rotierende Speichermedien oder Platten auf, auf denen die Daten abgelegt werden. Ein innerer Durchmesser der Platte ist an einer Nabe befestigt, die durch ein Lagerpaar, üblicherweise Kugellager, mit einer Spindelwelle drehbar

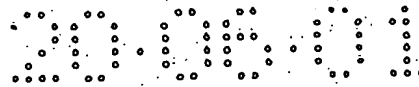
gekoppelt ist. Das Lagerpaar wird üblicherweise durch ein oberes Lager und ein unteres Lager gebildet.

Aufgrund der Tatsache, dass Festplatteneinrichtungen verstärkt mit kleineren Bauhöhen konstruiert werden, müssen die Länge der Spindelwelle und der Abstand zwischen dem oberen und unteren Lager reduziert werden. Dies bedeutet, dass, wenn die Höhe der Festplatteneinrichtung reduziert ist, eine relativ gesehen kürzere Spindelwelle in die Festplatteneinrichtung mit reduzierter Höhe eingepasst werden muss. Da eine kürzerer Spindelwelle benötigt wird, muss der Abstand zwischen den Lagern entsprechend reduziert werden.

Da das obere und untere Kugellager in geringerem Abstand zueinander angeordnet sein müssen und wegen des gleichzeitigen Trends zu kleineren nichtwiederholbaren Rundlauffehlern ("nonrepetitive runout; NRRO") und höheren Drehzahlen, wird die weitere Verwendung üblicher Kugellager mehr und mehr zu einem Problem. Insbesondere resultieren kleinere Abstände zwischen den Lagern in einer reduzierten Neigungsunabhängigkeit ("tilt stiffness") und einer reduzierten Erschütterungssicherheit ("rocking mode frequency"), die in schweren Fällen jeweils einen Plattenfehler der Festplatteneinrichtung bewirken können. Zusätzlich ist die mit Kugellagern verbundene Filmstärke naturgemäß sehr gering. Durch den dünnen Flüssigkeitsfilm wird eine geringe Dämpfung von Oberflächenfehlern und Ungenauigkeiten in den Kugellagern bereitgestellt. Große Mengen wiederholbarer Rundlauffehler ("repetitive runout") oder durch die Drehachse des Spindellagers bestimmter wiederholbarer Pfadabweichungen ("repetitive path deviation") können resultieren. Solche Rundlauf- und Pfadabweichungen können, wenn sie ernsthaft sind, ebenfalls Schaden an der Festplatteneinheit verursachen.

Die zuvor genannten US-Patente 4,795,275, 5,067,528 und 5,112,142 zeigen alle ein hydrodynamisches Lager. Wenn auch nicht darauf beschränkt, sind ähnliche Lager, wie die darin beschriebenen Lager, von besonderem Nutzen beim Überwinden der naturgemäßen Nachteile üblicher kugelgelagerter Spindeln, die in einer Festplatteneinheit verwendet werden.

Das hydrodynamische Lager weist einen Flüssigkeitsfilm aus einem flüssigen Schmierstoff auf, der den Zwischenräumen zwischen den gleitenden Metalloberflächen des Lagers zugeführt wurde. Der Flüssigkeitsfilm stellt in hohem Maße eine viskose Dämpfung bereit, wenn er als Ersatz für übliche Kugellager in einer



Festplatteneinheit verwendet wird und gestattet das Erreichen verbesserter Spureigenschaften in einer Festplatteneinheit. Verbesserte Spureigenschaften sind vorteilhaft, da eine erhöhte Spurdichte der Platte und somit eine erhöhte Speicherkapazität der Platte gestattet werden. Zusätzlich dient der Flüssigkeitsfilm zum Dämpfen äußerer Stöße und Vibrationen.

Typischerweise wird nach der Montage eines hydrodynamischen Lagers ein Schmierstoff zugeführt, um die Zwischenräume zu füllen, welche die beweglichen Teile des Lagers trennen. Während der Zuführung des Schmierstoffs können Luftblasen oder andere Gase, die in dem Lager vorhanden sind, dort eingeschlossen werden. Aus Gründen der Einfachheit bezieht sich die Bezeichnung "Luft" hierin auf alle gasförmigen Medien. Während des Betriebs des Lagers wird Wärme generiert und die thermisch-expansiven Eigenschaften der Luftblasen verursachen die Vergrößerung des Volumens der Luftblasen aufgrund der Wärmegenerierung. Solche vergrößerten Volumina der Luftblasen können einen Herausdrücken des Schmierstoffs aus dem Lager als Ergebnis der Expansion der Luftblasen verursachen. Daher muss Vorsicht angewandt werden, um das Einschließen von Luftblasen in dem Lager während des Zuführens des Schmierstoffs in das Lager zu minimieren.

In Bezug auf diese Überlegungen und andere Hintergrundinformationen bezüglich hydrodynamischer Lager haben sich die signifikanten Verbesserungen der vorliegenden Erfindung ergeben.

Die US 5,112,142 beschreibt ein Lagerherstellverfahren, bei dem eine Vakuumkammer benutzt werden kann, um die Menge eingeschlossener Luft in Zwischenräumen des Lagers vor dem Eintauchen des Lagers in einen flüssigen Schmierstoff zu minimieren. Es existiert keine Lehre, mit dem Lager verbundene Kappen zu verwenden, um die Druckniveaus der Zwischenräume zu reduzieren, flüssigen Schmierstoff in die Zwischenräume zuzuführen und die Zwischenräume danach wieder mit Druck zu beaufschlagen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung stellt vorteilhaft ein Verfahren und eine damit verbundene Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens zum Zuführen eines flüssigen Schmierstoffs in ein hydrodynamisches Lager bereit. Luftblasen, die

innerhalb des Lagers während des Zuführens flüssigen Schmierstoffs in das Lager eingeschlossen wurden, kollabieren zu sehr kleinen Volumina.

Das Verfahren und die Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung gestatten es, den flüssigen Schmierstoff in eine große Anzahl hydrodynamischer Lager in einer kurzen Zeitspanne zuzuführen und in einem fertigungsstrassen-ähnlichen Verfahren anzuwenden. Alle Luftblasen, die innerhalb des Lagers während des Zuführens des Schmierstoffes darin eingeschlossen werden, kollabieren. Dadurch werden Probleme vermieden, die mit der thermischen Ausdehnung der in dem Lager während des Betriebs des Lagers eingeschlossenen Luft zusammenhängen. Andere Probleme, die mit in dem Lager zurückgehaltenen Luftblasen zusammenhängen, werden zusätzlich vermieden. Zum Beispiel wird die Hohlraumbildung von Lagerteilen verhindert.

In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung sind daher ein Verfahren und eine damit verbundene Vorrichtung zum Zuführen eines flüssigen Schmierstoffs in ein hydrodynamisches Lager offenbart. Zwischenräume des hydrodynamischen Lagers trennen Lagerteile des Lagers voneinander, und wenigstens ein Pfad erstreckt sich bis zu einer äußeren Oberfläche des Lagers. Die Druckniveaus der Zwischenräume werden relativ zu dem Umgebungsdruckniveau auf reduzierte Druckniveaus vermindert. Anschließend wird der flüssige Schmierstoff den Zwischenräumen zugeführt, und die Druckniveaus der Zwischenräume werden auf Niveaus zurückgeführt, die oberhalb der reduzierten Druckniveaus liegen.

Ein vollständigeres Verständnis der vorliegenden Erfindung und deren Schutzbereichs kann anhand der beigefügten Zeichnungen, die im folgenden kurz zusammengefasst sind, der folgenden ausführlichen Beschreibung der derzeit bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung und der beigefügten Patentansprüche gewonnen werden.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine geschnittene Ansicht eines hydrodynamischen Lagers als Beispiel für ein Lager, dem ein flüssiger Schmierstoff während des Betriebs einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zugeführt werden kann.

Fig. 2 ist ein partielles funktionales Blockschaltbild bzw. ein partielles schematisches Diagramm einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der

vorliegenden Erfindung, die gemeinsam mit einem hydrodynamischen Lager zum Zuführen eines flüssigen Schmierstoffs in das Lager vorgesehen ist.

Fig. 3 ist eine Endansicht eines ersten Endes einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 ist eine geschnittene Längsansicht der Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die gemeinsam mit einem hydrodynamischen Lager zum Zuführen eines flüssigen Schmierstoffs in das Lager vorgesehen ist.

Fig. 5 zeigt ein alternatives Verfahren zum Zuführen eines flüssigen Schmierstoffs in ein hydrodynamisches Lager.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

Fig. 1 zeigt ein mit 10 bezeichnetes hydrodynamisches Lager als Beispiel für ein Lager, dem ein flüssiger Schmierstoff während des Betriebs einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zugeführt werden kann. Es wird am Anfang darauf hingewiesen, dass das Lager 10 nur ein beispielhaftes hydrodynamisches Lager darstellt und dass die Lehre der vorliegenden Erfindung auch angewendet werden kann, um flüssigen Schmierstoff in viele andere Konstruktionen hydrodynamischer Lager zuzuführen.

Das Lager 10 weist ein äußeres Rohr 12 auf. Das äußere Rohr 12 weist einen inneren Bereich 14 mit einem verminderten inneren Durchmesser auf. Eine Welle 16 ist innerhalb des Rohres 12 angeordnet, und eine relative Drehbewegung zwischen der Welle 16 und dem Rohr 12 ist möglich. Die Welle 16 kann in einer ortsfesten Stellung gehalten und das äußere Rohr 12 rotiert werden. Alternativ können das äußere Rohr 12 ortsfest gehalten und die Welle 16 rotiert oder sowohl das Rohr 12 und die Welle 16 rotiert werden, dann jedoch mit unterschiedlichen Drehzahlen.

In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform besitzt die Welle 16 weiterhin einen ausgesparten Bereich 17, der Lagerwellenbereiche an gegenüberliegenden, axialen Seitenbereichen der Welle festlegt oder voneinander trennt.

An gegenüberliegenden axialen Seiten des Lagers 10 angeordnete Druckplatten 18 und 20 sind mit der Welle 16 verbunden, um somit gemeinsam mit der Welle zu rotieren oder mit der Welle in einer ortsfesten Stellung zu verbleiben. Statische Dichtungen 24, in diesem Falle O-Ringe, sind vorgesehen, um Dichtungen

zwischen den Druckplatten 18 und 20 und der Welle 16 zu bilden. Die Dichtungen 24 sind vorgesehen, um Schmiermittelleckage entlang der Grenze der Druckplatten 18 und 20 und der Welle 16 zu verhindern.

Zwischen dem Rohr 12 und der Welle 16 und den Druckplatten 18 und 20 sind Zwischenräume 26, 28 und 30 gebildet. Die Zwischenräume 26, 28 und 30 legen Trennungsabstände fest, die das Rohr 12 und die Kombination Welle 16/Druckplatten 18 und 20 voneinander trennen. Genauer gesagt ist der Zwischenraum 26 zwischen den Druckplatten 18 oder 20 und dem Rohr 12 festgelegt und erstreckt sich bis zu dem Zwischenraum 28. Der Zwischenraum 28 ist zwischen inneren Seitenbereichen der Druckplatten 18 oder 20 und Endseiten des inneren Bereichs 14 des Rohres 12 festgelegt und erstreckt sich bis zu dem Zwischenraum 30. Weiterhin ist der Zwischenraum 30 zwischen dem inneren Bereich des Rohres 12 und der Welle 16 festgelegt. Die Zwischenräume 26, 28 und 30 stehen miteinander in Flüssigkeitsverbindung und bilden gemeinsam einen Flüssigkeitsweg oder -pfad, der sich von einer äußeren Oberfläche des Lagers 10 in das Innere des Lagers erstreckt. Die Zwischenräume sind ziemlich eng ("quite narrow"). Z. B. kann der Zwischenraum 30 eine Breite von zwischen 0,0002 und 0,001 Zoll (5-25µm) und der Zwischenraum 28 eine Breite von zwischen 0,0005 und 0,002 Zoll (12 bis 50µm) besitzen.

Ein flüssiger Schmierstoff wird dem Lager 10 zugeführt, um die Zwischenräume 26, 28 und 30 zu füllen. Der flüssige Schmierstoff kann beispielsweise ein Öl sein.

Das in den Figuren dargestellte hydrodynamische Lager 10 besitzt weiterhin einen sich axial erstreckenden Durchtrittsweg 32 und einen sich radial erstreckenden Durchtrittsweg 34. Der sich axial erstreckende Durchtrittsweg 32 ist entlang eines Umfangs des Rohres 12 und des inneren Bereichs 14 davon angeordnet, und der sich radial erstreckende Durchtrittsweg 34 ist entlang eines Umfangs des Rohres 12 angeordnet. Die Durchtrittswege 32 und 34 sorgen für Druckausgleich zwischen den Zwischenräumen.

Da eine Relativrotation zwischen dem äußeren Rohr 12 und der Welle 16/Druckplatten 18 und 20 gestattet sein muss, sind dynamische Dichtungen an den Zwischenräumen 26 notwendig, um Leckage von in den Zwischenräumen enthaltener Schmierstoffsflüssigkeit zu verhindern. Bei der in der Figur dargestellten Ausführungsform werden die dynamischen Dichtungen durch Oberflächen-

spannungs-Kapillardichtungen ("surface tension capillary seals") gebildet. Die Kapillardichtungen werden durch ein Gleichgewicht zwischen der Oberflächenspannung des die Zwischenräume 26, 28 und 30 füllenden flüssigen Schmierstoffs, ein Gleichgewicht zwischen dem relativen Umgebungsluftdruck und dem Druck des Schmierstoffs und durch Dimensionierung des Zwischenraums 26 gebildet. Die Ausbildung und Funktion solcher dynamischer Dichtungen werden in den zuvor genannten Patentschriften detaillierter diskutiert.

Sobald die Montage des Lagers 10 abgeschlossen ist, muss der flüssige Schmierstoff den Zwischenräumen 26, 28 und 30 zugeführt werden. Da die Zwischenräume 26, 28 und 30 in Flüssigkeitsverbindung miteinander und mit dem Äußeren des Lagers 10 stehen, kann der flüssige Schmierstoff durch Gießen oder in anderer Weise in das Lager eingebracht werden, um die Zwischenräume zu füllen und die dynamische Dichtung an dem Zwischenraum 26 zu bilden. Wie bereits zuvor erwähnt wurde, können beim Zuführen des Schmierstoffs in das Lager Luftblasen oder anderes Gas in dem Lager eingeschlossen werden, wie beispielsweise in den Zwischenräumen 28 oder 30. Wie zuvor erwähnt, soll sich aus Gründen der Einfachheit der Begriff "Luft" auf jegliche gasförmige Medien beziehen. Große Luftblasen können beim Betrieb des Lagers nicht vorhanden sein; ansonsten könnte während des Betriebs des Lagers entstandene Energie die Luftblasen vergrößern, wodurch die an den Zwischenräumen 26 gebildete dynamische Dichtung zerstört würde und woraus ein Abfließen des flüssigen Schmierstoffs resultierte.

Fig. 2 zeigt ein hier mit 50 bezeichnetes Lager, mit dem einer ersten Kappeneinheit 52 und einer zweiten Kappeneinheit 54 verbunden ist. Die erste Kappeneinheit 52 ist entlang eines ersten axialen Seitenbereichs des Lagers 50 und die zweite Kappeneinheit 54 entlang eines zweiten axialen Seitenbereichs des Lagers angeordnet. Bei Anordnung entlang der entsprechenden Seitenbereiche des Lagers 50 fungieren die Kappeneinheiten 52 und 54 zum Isolieren der Zwischenräume des Lagers 50 entsprechend den Zwischenräumen 26, 28 und 30 des in Fig. 1 gezeigten Lagers 10.

Eine erste Flüssigkeitsleitung 55 erstreckt sich jenseits des Körpers der Kappeneinheit 52 und über eine Ventileinheit 58 bis zu einer Vakuumquelle 56. Eine zweite Flüssigkeitsleitung 62 erstreckt sich ebenfalls jenseits des Körpers der Kappeneinheit 52 und über eine Ventileinheit 66 bis zu einer Umgebungs- oder

alternativ einer geregelten Druckniveauquelle 64. Die Druckniveauquelle 64 kann eine atmosphärische Druckniveauquelle sein, wobei das Ventil 66 in der geöffneten Stellung an die Atmosphäre entlüftet. Eine dritte Flüssigkeitsleitung 68 erstreckt sich weiterhin jenseits des Körpers der Kappeneinheit 52 und über eine Ventileinheit 74 bis zu einer Quelle für flüssigen Schmierstoff 72.

Die Kappeneinheit 54 besitzt entsprechend eine erste Flüssigkeitsleitung, hier Flüssigkeitsleitung 76, die sich über eine Ventileinheit 78 bis zu der Vakuumdruckquelle 56 erstreckt, eine zweite Flüssigkeitsleitung, hier Flüssigkeitsleitung 80, die sich über ein Ventil 82 bis zu der Umgebungs-Druckniveauquelle 64 erstreckt und eine dritte Flüssigkeitsleitung, hier Flüssigkeitsleitung 84, die sich über ein Ventil 86 bis zu der Quelle für flüssigen Schmierstoff 72 erstreckt.

Es sei beachtet, dass, obwohl Fig. 2 die zweite Kappeneinheit 54 mit sich davon erstreckenden Flüssigkeitsleitungen zeigt, in anderen Ausführungsformen die zweite Kappeneinheit 54 lediglich verwendet wird, um einen der axialen Seitenbereiche des Lagers 50 zu isolieren, wobei die Kappeneinheit 54 dann keine sich bis zu den Quellen 56, 64 und 72 erstreckenden Flüssigkeitsleitungen aufweist.

Wenn flüssiges Schmiermittel dem Lager 50 zuzuführen ist, sind die Kappeneinheiten 52 und 54 an den entgegengesetzten axialen Seiten des Lagers angeordnet, wie dies in den Figuren dargestellt ist. Wenn sie wie dargestellt angeordnet sind, werden die Zwischenräume der Lager durch die Kappeneinheiten isoliert.

Dann werden die mit der Vakuumdruckquelle 56 verbundenen Ventile 58 und 78 geöffnet, wodurch die Druckniveaus der Zwischenräume innerhalb des Lagers 50 auf die Druckniveaus der Vakuumdruckquelle 56 abgesenkt werden. Dies bedeutet, dass die Zwischenräume evakuiert werden.

Sobald die Druckniveaus der Zwischenräume reduziert sind, werden die Ventile 58 und 78 geschlossen, die Ventile 74 und 86 geöffnet, und flüssiger Schmierstoff wird den Zwischenräumen zugeführt, um die Zwischenräume zu füllen. In einer Ausführungsform wird der flüssige Schmierstoff unter Druck gehalten, um seine Zuführung in das Lager zu vereinfachen. Wenn der flüssige Schmierstoff in der in den Figuren dargestellten Ausführungsform beiden axialen Seitenbereichen des Lagers zugeführt wird, wird das Füllen der Zwischenräume des Lagers mit dem

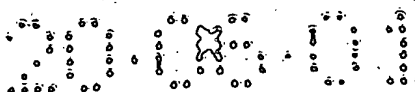
flüssigen Schmierstoff vereinfacht, indem Flüssigkeit an beiden axialen Seiten des Lagers in dieses eingezogen wird.

In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird der flüssige Schmierstoff vor der Zuführung in die Zwischenräume bis auf eine angehobene Temperatur erwärmt oder bei einer angehobenen Temperatur gehalten. Bei erhöhten Temperaturen verändert sich die Viskosität des flüssigen Schmierstoffs, wodurch seine Zuführung in die Zwischenräume vereinfacht wird.

Sobald die Zwischenräume des Lagers 50 gefüllt sind, werden die Ventile 74 und 86 geschlossen. Die Ventile 66 und 82 werden geöffnet und das Lager wird auf ein Umgebungsdruckniveau zurückgeführt. Jegliche Luftblasen in dem Lager kollabieren zu sehr kleinen Volumina. Während des darauf folgenden Betriebs des Lagers sind mit einer Expansion von Luft verbundene Probleme minimal, da, falls überhaupt, nur sehr kleinvolumige Luftblasen in dem Lager verbleiben.

In dieser Weise wird der flüssige Schmierstoff den Zwischenräumen des Lagers 50 zugeführt, und alle in dem Lager eingeschlossenen Luftblasen kollabieren zu einem kleinen Volumen. Sobald die Zuführung des flüssigen Schmierstoffs in die Zwischenräume des Lagers 50 abgeschlossen wurde und die Zwischenräume zum Umgebungsdruckniveau zurückgekehrt sind, können die Kappeneinheiten 52 und 54 von dem Lager 50 entfernt und das Verfahren wiederholt werden, um die Zwischenräume eines anderen Lagers mit dem flüssigen Schmierstoff in ähnlicher Weise zu füllen.

Fig. 3 stellt eine hier mit 52' bezeichnete Kappeneinheit gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Die Kappeneinheit 52' weist eine einzelne Flüssigkeitsleitung 55 auf, die sich sowohl über ein Ventil 58 bis zu einer Vakuumquelle und über ein Ventil 66 bis zu einer Umgebungsdruckniveauquelle erstreckt. Die Ventile 58 und 66 können alternativ geöffnet werden oder sich beide in der geschlossenen Stellung befinden. Die Kappeneinheit 52' weist ebenfalls zwei Flüssigkeitsleitungen 68 und zwei Ventileinheiten 74 auf, die sich bis zu Quellen für flüssigen Schmierstoff erstrecken. Die Ventileinheiten 58, 66 und 74 werden in ähnlicher Weise geöffnet und geschlossen, wie dies bei den Ventileinheiten der in Fig. 2 dargestellten Kappeneinheit 52 der Fall ist, um den flüssigen Schmierstoff einem hydrodynamischen Lager zuzuführen.



Die Kappeneinheit 52' weist weiterhin eine zusätzliche Flüssigkeitsleitung 88 auf, die sich bis zu einem Ablassventil 92 erstreckt. Das Ablassventil 92 wird geöffnet, nachdem der flüssige Schmierstoff einem Lager zugeführt wurde, um die Zwischenräume ähnlich wie oberhalb beschrieben zu füllen. Überflüssiger Schmierstoff, der dem Lager während des Füllens des Lagers durch das Flüssigkeitsfüllverfahren zugeführt wurde, wird mittels der Flüssigkeitsleitung 88 abgelassen, sobald das Ventil 92 geöffnet ist.

Fig. 4 stellt ein hier mit 100 bezeichnetes hydrodynamisches Lager dar, entlang welchem eine erste Kappeneinheit 52' und eine zweite Kappeneinheit 54' angeordnet sind, um dem Lager einen flüssigen Schmierstoff zuzuführen. Analog zu dem in Fig. 1 dargestellten Lager 50 weist das Lager 100 ein äußeres Rohr 112, ein inneres Rohr 114 und eine Welle 116 auf. Druckplatten 118 und 120 sind an entgegengesetzten Seiten der Welle 116 angeordnet und damit verbunden. Zwischenräumen 126, 128 und 130 sind zwischen dem äußeren Rohr 112 und der Welle 116 und der Kombination der Druckplatten 118 und 120 angeordnet. Ferner bilden sich axial erstreckende und sich radial erstreckende Durchtrittswege 132 beziehungsweise 134 jeweils Teile des Lagers 100 und sind in ähnlicher Weise betreibbar, wie dies beim Aufbau des in Fig. 1 dargestellten Lagers 10 der Fall ist.

Die in Fig. 4 dargestellte Kappeneinheit 52' weist eine erste Ringeinheit 156 auf, die sich radial erstreckende, darin gebildete Flüssigkeits- und Ablassleitungen 154 beziehungsweise 158 aufweist. Die Flüssigkeitsleitungen 168 sind ebenfalls darin gebildet. Eine Ringeinheit 160 sitzt auf der Ringeinheit 156 und weist einen hochgestreckten, kreisförmigen Mittelbereich auf, der durch eine entsprechende Öffnung hindurchgeführt ist, die durch die Ringeinheit 156 gebildet ist. Eine Elastomerdichtung 170 sitzt zwischen den Ringen 156 und 160, und eine zusätzliche Elastomerdichtung 172 ist auf einer unteren Stirnfläche der Ringeinheit 156 angeordnet, um auf dem Lager 100 zu sitzen.

Die Kappeneinheit 54' ist an einem zweiten axialen Seitenbereich des Lagers 100 angeordnet. Die Kappeneinheit 54' ist durch einen einzigen zylindrischen Ring gebildet, der darin gebildete Flüssigkeitsleitungen 174, 176 und 178 besitzt. Die Flüssigkeitsleitung 174 entspricht der Flüssigkeitsleitung 154 der Kappeneinheit 52', die Flüssigkeitsleitung 176 entspricht der Flüssigkeitsleitung 158 der Kappeneinheit 52' und die Flüssigkeitsleitung 178 entspricht der Flüssigkeitsleitung 168 der Kappen-

Wenn flüssiger Schmierstoff dem Lager 100 zugeführt werden soll, werden die Kappeneinheiten 52' und 54' an entgegengesetzten axialen Seitenbereichen des Lagers 100 so angeordnet, wie dies dargestellt ist. Die Elastomerdichtung 172 und die O-Ringe 184 und 186 sitzen auf dem Lager 100 und isolieren, gemeinsam mit anderen Teilen der Kappeneinheiten, die Durchtrittswege und Zwischenräume des Lagers 100. Analog zu dem im Zusammenhang mit Fig. 2 zuvor Beschriebenen werden die Zwischenräume durch Anschließen der Zwischenräume an eine Vakuumquelle evakuiert. Sobald sie evakuiert sind, wird der flüssige Schmierstoff den Zwischenräumen zugeführt, und die Zwischenräume werden auf Umgebungsdrukkniveau zurückgeführt. Anschließend wird überflüssiger Schmierstoff aus dem Lager abgelassen. Die Kappeneinheiten 52' und 54' werden vom Kontakt mit dem Lager 100 gelöst, und die Kappeneinheiten 52' und 54' können danach wieder angeordnet werden, um das Zuführen des flüssigen Schmierstoffs in folgende Lager zu ermöglichen.

Sobald sie evakuiert worden sind, wird das Vakuumventil geschlossen und ein Ventil für flüssigen Schmierstoff (nicht dargestellt), das zwischen den Flüssigkeitsleitungen 168 und 178 und einer Quelle für flüssiges Schmiermittel angeschlossen ist, wird geöffnet. Aufgrund der Druckdifferenz wegen der Evakuierung der Zwischenräume wird der flüssige Schmierstoff "druckbeaufschlagt" oder in die Zwischenräume "hineingedrückt".

Daraufhin wird ein Entlüftungsventil (nicht in Fig. 4 dargestellt) geöffnet, das zwischen den Flüssigkeitsleitungen 154 und 174 und einer Umgebungsdruckniveauequelle (zum Beispiel die Atmosphäre) angeschlossen ist. Alle Luftblasen in dem Lager werden kollabiert, wenn der flüssige Schmierstoff den Zwischenräumen

zugeführt wird und die Zwischenräume zum Umgebungsdruckniveau zurückgeführt werden.

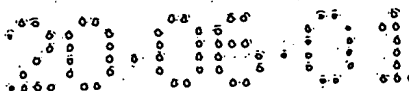
Das Ventil für flüssigen Schmierstoff kann entweder gleichzeitig mit oder vor dem Öffnen des Entlüftungsventils geöffnet werden.

Die Vakuum-Entlüftungsventile werden dann geschlossen und ein Ablassventil (nicht in Fig. 4 dargestellt), das zwischen den Leitungen 158 und 176 angeordnet ist, wird geöffnet, um jeglichen überschüssigen Schmierstoff aus dem Lager abzulassen. Das Ablassventil wird dann geschlossen und die Kappeneinheiten von dem Lager entfernt.

Es ist ferner zu beachten, dass, während die Figuren 2 bis 4 die Zuführung flüssigen Schmierstoffs in nur ein einziges Lager zeigen, der flüssige Schmierstoff einer Mehrzahl von Lagern gleichzeitig zugeführt werden kann durch Anordnung von Kappeneinheiten an der Mehrzahl von Lagern und Zuführen des flüssigen Schmierstoffs in die Lager in der oberhalb beschriebenen Weise. Die Mehrzahl von Kappeneinheiten kann, zum Beispiel, mit einer gemeinsamen Ventileinheit verbunden sein, um den flüssigen Schmierstoff den Lagern gleichzeitig zuzuführen.

Fig. 5 zeigt eine mit 200 bezeichnete Vorrichtung gemäß einer weiteren Anordnung, mit der einem Lager flüssiger Schmierstoff zugeführt wird, um die Zwischenräume des Lagers zu füllen. Die Vorrichtung 200 weist einen Vakuumtank 204 mit einem Eintrittsende 206 und einem Austrittsende 208 auf. Flüssiger Schmierstoff 212 ist in dem Vakuumtank 204 aufgenommen ("pooled"). Ein Förderer 214 erstreckt sich durch das Eintrittsende des Vakuumtanks, entlang des "Pools" an flüssigem Schmierstoff und heraus durch das Austrittsende 208 des Vakuumtanks. Der Förderer 214 fördert hier entlang Lager, die ähnlich den in den voranstehenden Figuren dargestellten Lagern 10, 50 und 100 sind.

Vor dem Eintritt in den Vakuumtank 204 ist zunächst ein Lager, hier das Lager 250, auf dem Förderer 214 angeordnet, was in der Figur durch eine mit dem gestrichelten Kasten 258 bezeichnete erste Stellung gezeigt ist. Der Förderer 214 fördert das Lager 250 in den Vakuumtank 204 bis zum Erreichen einer zweiten Stellung innerhalb des Tanks 204, die durch den gestrichenen Kasten 262 dargestellt ist. Sobald das Lager 52 innerhalb des Vakuumtanks 204 angeordnet ist, wird der Vakuumtank evakuiert, um das Druckniveau des Tanks zu reduzieren.



Bei der in der Figur dargestellten Ausführungsform ist das Lager 250 auf dem Förderer 214 so angeordnet, dass sich die Längsachse des Lagers horizontal erstreckt. Bei einer anderen Ausführungsform ist das Lager so angeordnet, dass sich die Längsachse in einer vertikalen Richtung erstreckt. Bei einer weiteren Ausführungsform ist das Lager auf dem Förderer abgestürzt oder der Förderer ungefähr so geneigt, dass sich die Längsachse unter einen Winkel zwischen der horizontalen und der vertikalen Richtung erstreckt.

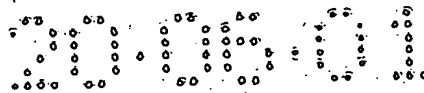
Der Förderer 214 fördert das Lager 250 dann in eine dritte Stellung in den Pool 212 des flüssigen Schmierstoffs hinein. Die dritte Stellung ist durch den Kasten 264 wiedergegeben, der in der Figur gestrichelt dargestellt ist. Sobald in den flüssigen Schmierstoff eingetaucht wurde, füllt der flüssige Schmierstoff die Zwischenräume des Lagers 250 durch Füllen der großen Dichtungsbereiche und Teile des Lagers teilweise.

Bei einer Ausführungsform wird der flüssige Schmierstoff bei einer angehobenen Temperatur gehalten, um die Viskositätseigenschaften des Schmierstoffs zu verbessern. Zum Beispiel können Heizelemente (nicht dargestellt) innerhalb des Vakuumtanks 204 angeordnet sein, um Wärmeenergie zum Erhitzen des flüssigen Schmierstoffs zu erzeugen, oder der flüssige Schmierstoff kann vor dem Einführen in den Vakuumtank 204 erhitzt werden.

Der Vakuumtank wird auf Umgebungsdruckniveau entlüftet oder das Druckniveau wird in anderer Weise relativ zu dem evakuierten Druckniveau angehoben, wenn das Lager in die durch den Kasten 265 wiedergegebene dritte Stellung gefördert wird. Zum Beispiel kann ein Tank mit unter Druck stehendem Gas an den Vakuumtank angeschlossen sein und das unter Druck stehende Gas kann dem Tank zugeführt werden, um dessen Druck zu erhöhen. Während der Wiederbeaufschlagung des Tanks mit Druck werden die verbliebenen Teile der Zwischenräume mit dem flüssigen Schmierstoff gefüllt.

Danach fördert der Förderer 214 das Lager 250 in eine vierte Stellung, die durch den gestrichelten Kasten 266 wiedergegeben ist.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist der Förderer 214 vorzugsweise in mehr als eine Richtung geneigt, um die Ausrichtung des Lagers 250 zu ändern, wenn das Lager nach dem Eintauchen in den flüssigen Schmierstoff hindurch gefördert



wird. Eine Änderung der Ausrichtung des Lagers vereinfacht das Herauslösen von in dem Lager eingeschlossenen Luftblasen.

Daraufhin fördert der Förderer 214 das Lager in eine fünfte Stellung jenseits des Vakuumtanks 204, die durch den gestrichelten Kasten 268 wiedergegeben ist.

Es ist ferner zu beachten, dass es die in der Figur gezeigte Vorrichtung 200 gestattet, eine Mehrzahl von Lagern 250 entlang des Förderers zu fördern und gleichzeitig in den Vakuumtank 204 einzuführen. Dadurch kann eine Mehrzahl von Lagern 250 gleichzeitig mit dem flüssigen Schmierstoff gefüllt werden.

Die verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erlauben es, flüssige Schmierstoffe einem hydrodynamischen Lager zuzuführen, wobei mit in dem Lager eingeschlossenen Luftblasen verbundene Probleme während der Zuführung des flüssigen Schmierstoffs in das Lager minimiert werden. Das Lager ist von flüssigem Schmierstoff umgeben, entweder durch Einbringen des Lagers in ein Bad des Schmierstoffs oder durch Einbringen des Schmierstoffs in das Lager. Andere Probleme, wie die Hohlräum- bildung der Lagerteile, verbunden mit in dem Lager zurückgehaltenen Luftblasen, werden zusätzlich vermieden. Flüssiger Schmierstoff kann einer großen Anzahl von Lagern in einer kleinen Zeitspanne zugeführt werden und ist einem fertigungsstrassenähnlichen Verfahren zugänglich. Die vorliegende Erfindung kann weiterhin vorteilhaft angewendet werden, um den flüssigen Schmierstoff vielen weiteren Bauformen hydrodynamischer Lager zuzuführen, wobei das in Fig. 1 dargestellte beispielhafte Lager eingeschlossen ist. Es versteht sich, dass die vorliegende Erfindung auch entsprechend verwendet werden kann, um flüssigen Schmierstoff anderen Bauformen hydrodynamischer Lager zuzuführen.

Derzeit bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurden zuvor genau beschrieben. Die voranstehenden Beschreibungen sind bevorzugte Beispiele für die Umsetzung der Erfindung, und der Schutzbereich der Erfindung ist nicht notwendigerweise auf diese Beschreibungen einzuschränken. Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung wird durch die folgenden Patentansprüche bestimmt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Zuführen eines Schmierstoffs in ein hydrodynamisches Lager (10) mit Zwischenräumen (26, 28, 30), die Lagerteile des Lagers trennen und mindestens einen Pfad festlegen, der sich bis zu einer ersten Pfadöffnung an einer äußeren Oberfläche des Lagers erstreckt, mit den Schritten:

Anordnen einer ersten Kappeneinheit (52, 52') an der Pfadöffnung, um die Zwischenräume von dem Umgebungsdruckniveau zu isolieren;

Reduzieren der Druckniveaus der Zwischenräume auf relativ zu dem Umgebungsdruckniveau reduzierte Druckniveaus;

Zuführen des flüssigen Schmierstoffs in die Zwischenräume; und

Zurückführen der Druckniveaus der Zwischenräume auf Niveaus oberhalb des reduzierten Druckniveaus.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die an der ersten Pfadöffnung anordnbare erste Kappeneinheit (52, 52') während des Schritts des Anordnens mit einer Quelle (68, 72) für flüssigen Schmierstoff, einer Vakuumdruckquelle (55, 56) und einer Umgebungsdruckniveauquelle (62, 64) verbindbar ist, und dass der Schritt des Reduzierens das Verbinden der ersten Kappeneinheit mit der Vakuumdruckquelle einschließt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Zuführens das Verbinden der ersten Kappeneinheit (52, 52') mit der Quelle (68, 72) für flüssigen Schmierstoff einschließt.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Zurückführens das Verbinden der ersten Kappeneinheit (52, 52') mit der Umgebungsdruckniveauquelle (62, 64) einschließt.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kappeneinheit (52, 52') weiterhin mit einer Ablassleitung (88) verbindbar ist, und mit dem zusätzlichen Schritt des Verbindens der Kappeneinheit mit der Ablassleitung

zum Ablassen einer überschüssigen Menge flüssigen Schmierstoffs, der während der Schritte des Zuführens zugeführt wurde.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Pfad einen an einem ersten axialen Seitenbereich des Lagers gebildeten ersten Pfad aufweist und dass ein zweiter Pfad an einem zweiten axialen Seitenbereich des Lagers gebildet ist, der eine Pfadöffnung an der äußeren Oberfläche des Lagers festlegt, und dass der Schritt des Isolierens weiterhin den folgenden Schritt einschließt: Anordnen einer zweiten Kappeneinheit (54, 54') an der zweiten Pfadöffnung.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kappeneinheit (52, 52') durch ein Ventil für Schmierstoff (74) mit einer Quelle für flüssigen Schmierstoff (72), durch ein Vakuumventil (58) mit einer Vakuumdruckquelle (56) und durch ein Entlüftungsventil (66) mit einer Umgebungsdruckniveauquelle (64) verbindbar ist, und dass der Schritt des Reduzierens das Öffnen des Vakuumventils zum Verbinden der Vakuumdruckquelle mit der ersten Kappeneinheit und durch den ersten Pfad mit den Zwischenräumen einschließt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Zuführens die folgenden Schritte einschließt: Schließen des Vakuumventils (58) und Öffnen des Ventils für Schmierstoff (74) zum Verbinden der Quelle für flüssigen Schmierstoff mit der ersten Kappeneinheit und durch den ersten Pfad mit den Zwischenräumen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Zuführens weiterhin das Drücken des flüssigen Schmierstoffs in das Lager einschließt.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Zurückführens den Schritt des Öffnens des Entlüftungsventils (66) zum Verbinden der Umgebungsdruckniveauquelle mit der ersten Kappeneinheit (52, 52') und durch den ersten Pfad mit den Zwischenräumen einschließt.

11. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch den zusätzlichen Schritt des Erhitzens des flüssigen Schmierstoffs vor dem Schritt des Zuführens des flüssigen Schmierstoffs in die Zwischenräume.

12. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch den zusätzlichen Schritt des Änderns mindestens einer axialen Ausrichtung des hydrodynamischen Lagers nach dem Zuführen des flüssigen Schmierstoffs in die Zwischenräume.

13. Vorrichtung zum Zuführen eines Schmierstoffs in ein hydrodynamisches Lager (10) mit Zwischenräumen (26, 28, 30), die Lagerteile des Lagers trennen und mindestens einen Pfad zu einer ersten Pfadöffnung an einer äußeren Oberfläche des Lagers festlegen, mit:

einer ersten Kappeneinheit (52, 52'), die dichtend an der ersten Pfadöffnung anordbar ist;

einem zwischen der ersten Kappeneinheit und einer Vakuumdruckquelle (56) angeordneten Vakuumventil (58), das in eine geöffnete Stellung zum Ausbilden einer ersten Flüssigkeitsverbindung zwischen der Vakuumdruckquelle und den Zwischenräumen und zum Druckabsenken der Zwischenräume des Lagers betätigbar ist;

einem zwischen der ersten Kappeneinheit und einer Quelle für flüssigen Schmierstoff (72) angeordneten Ventil für Schmierstoff (74), das in eine geöffnete Stellung zum Ausbilden einer zweiten Flüssigkeitsverbindung zwischen der Quelle für flüssigen Schmierstoff und den Zwischenräumen und zum Zuführen des flüssigen Schmierstoffs in die Zwischenräume betätigbar ist; und

einem zwischen der ersten Kappeneinheit und einer Umgebungsdruckniveauquelle (64) angeordneten Entlüftungsventil (66), das in eine geöffnete Stellung zum Ausbilden einer dritten Flüssigkeitsverbindung zwischen der Umgebungsdruckniveauquelle und den Zwischenräumen und zum Entlüften der Zwischenräume auf das Umgebungsdruckniveau der Umgebungsdruckniveauquelle betätigbar ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, mit einem zwischen einem Ablasselement und der ersten Kappeneinheit angeordneten Ablassventil (92), das in eine geöffnete

Stellung zum Ablassen überschüssiger Mengen des den Zwischenräumen zugeführten flüssigen Schmierstoffs betätigbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Pfad an einem ersten axialen Seitenbereich des Lagers gebildet ist, und weiterhin mit einem zweiten Pfad, der an einem zweiten axialen Seitenbereich des Lagers gebildet ist und eine zweite Pfadöffnung an der äußeren Oberfläche des Lagers festlegt, und weiterhin mit einer zweiten Kappeneinheit (54, 54'), die an der zweiten Pfadöffnung anordbar ist.

20 08 01

1/4

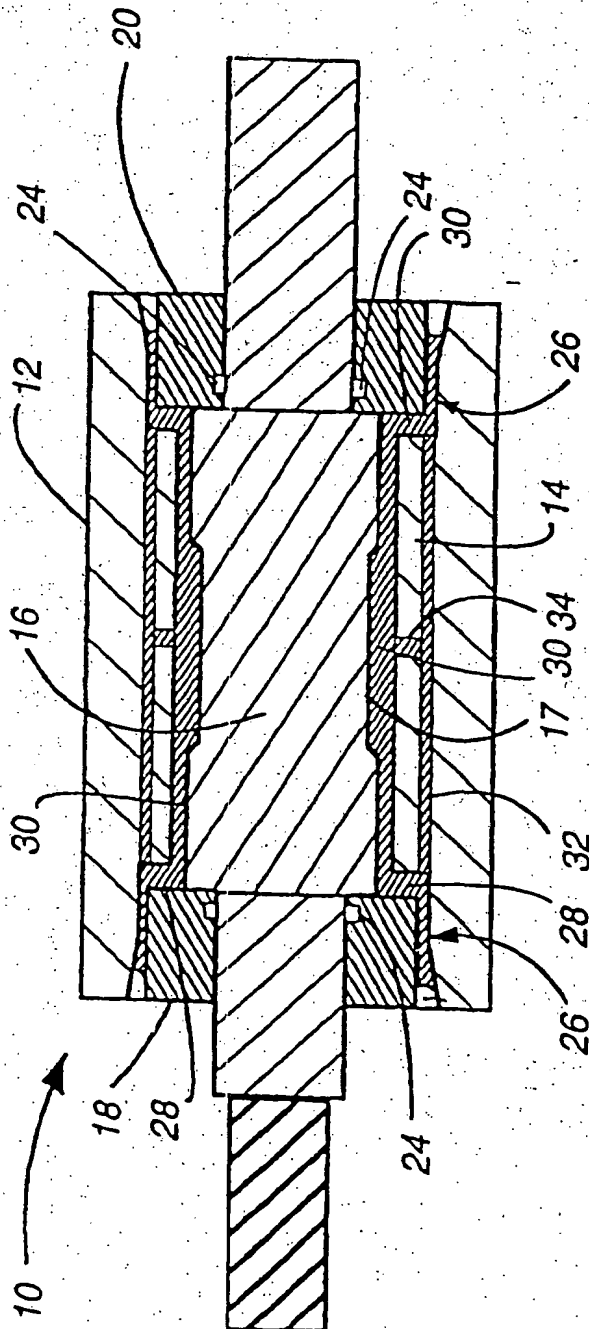


Fig. 1

20.08.01

2/4

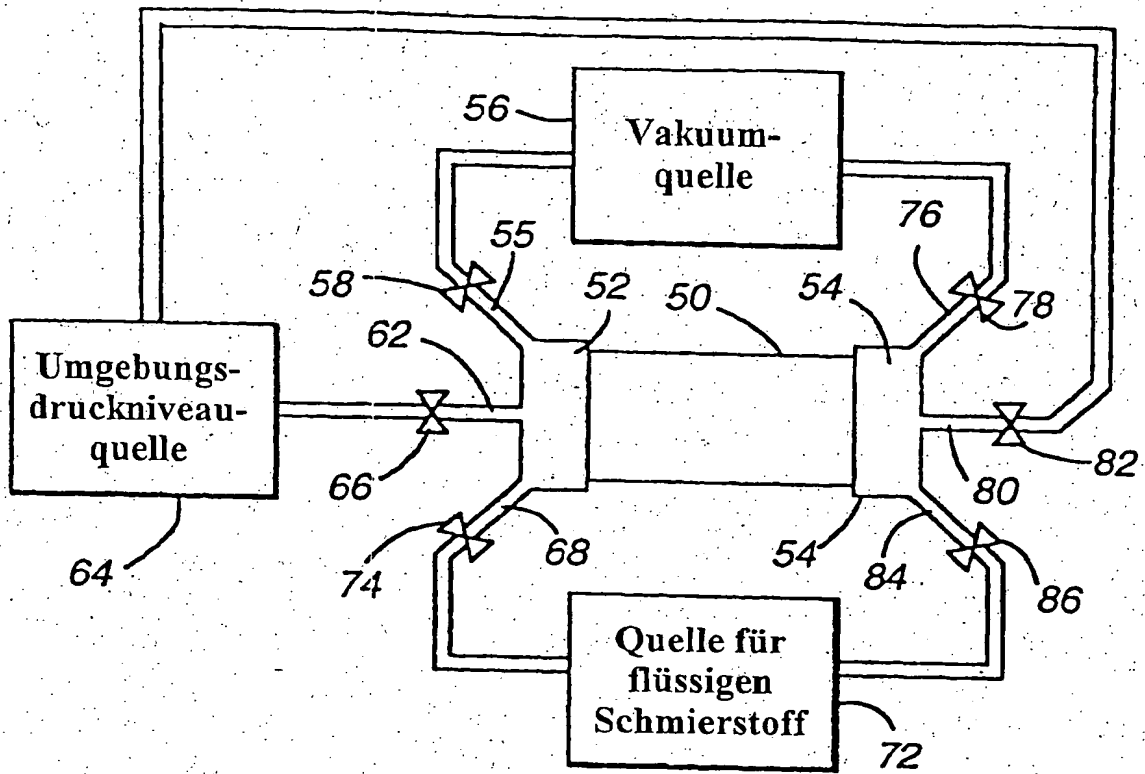


Fig. 2

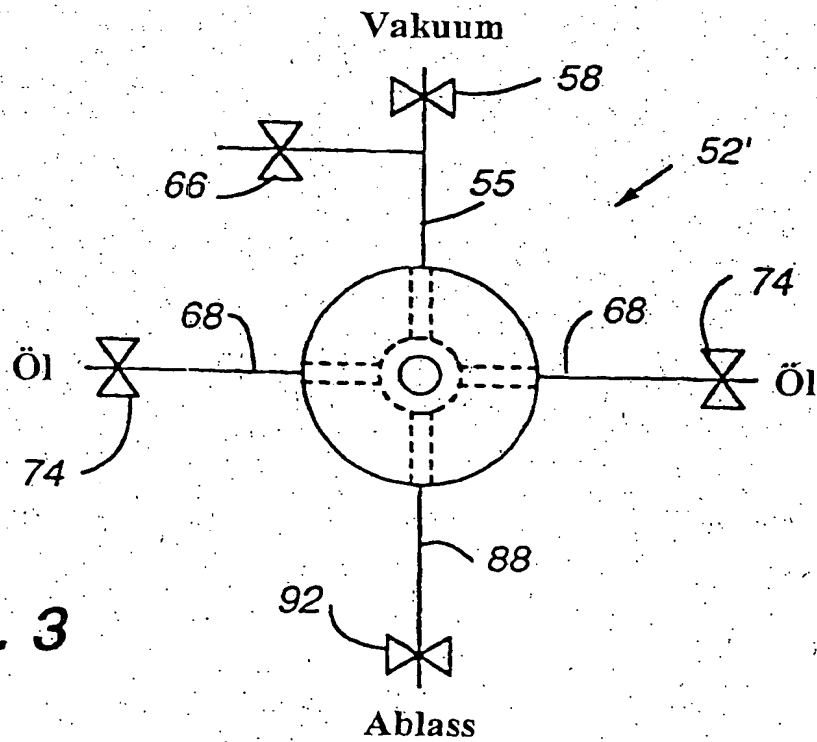


Fig. 3

3/4

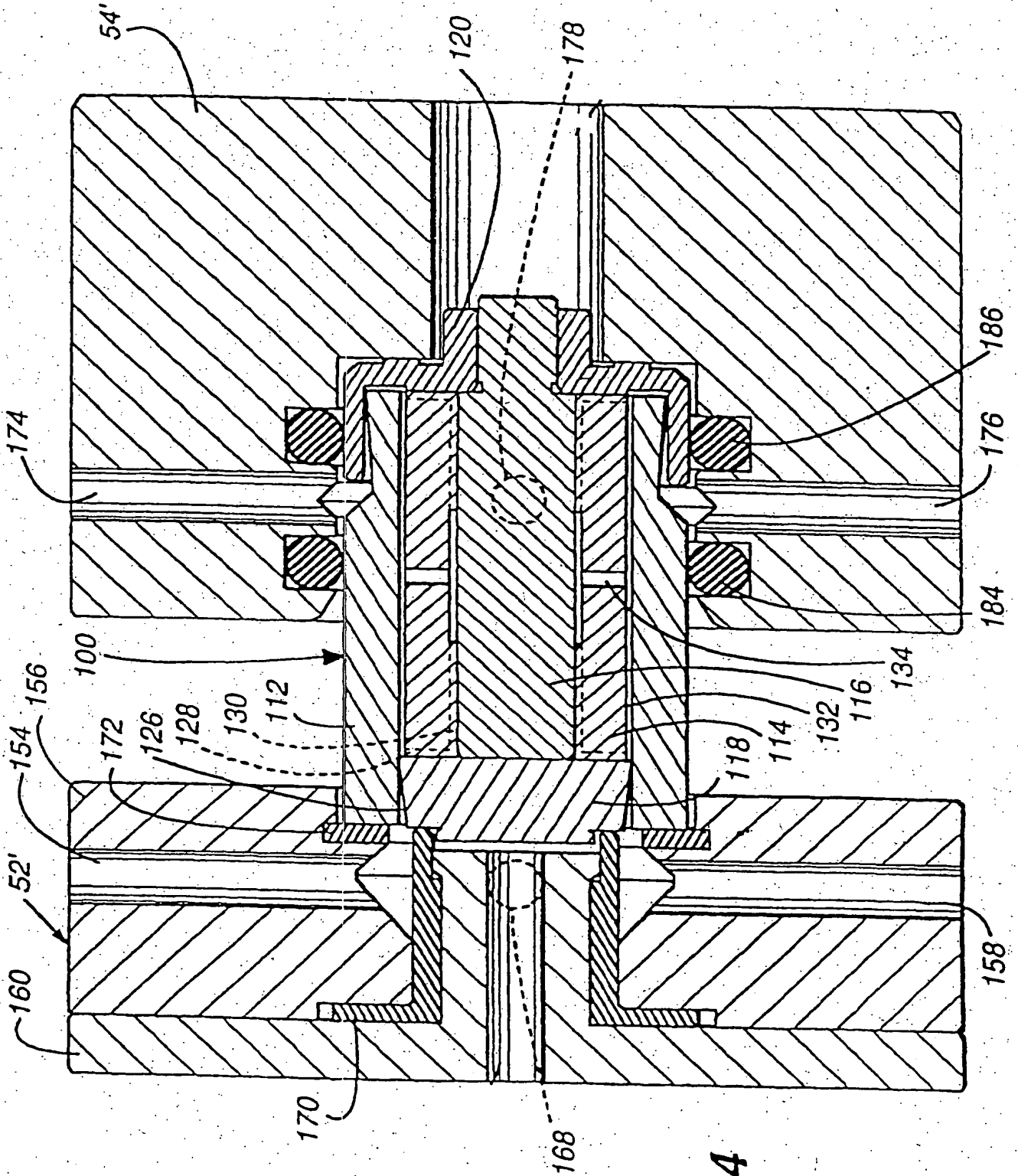


Fig. 4

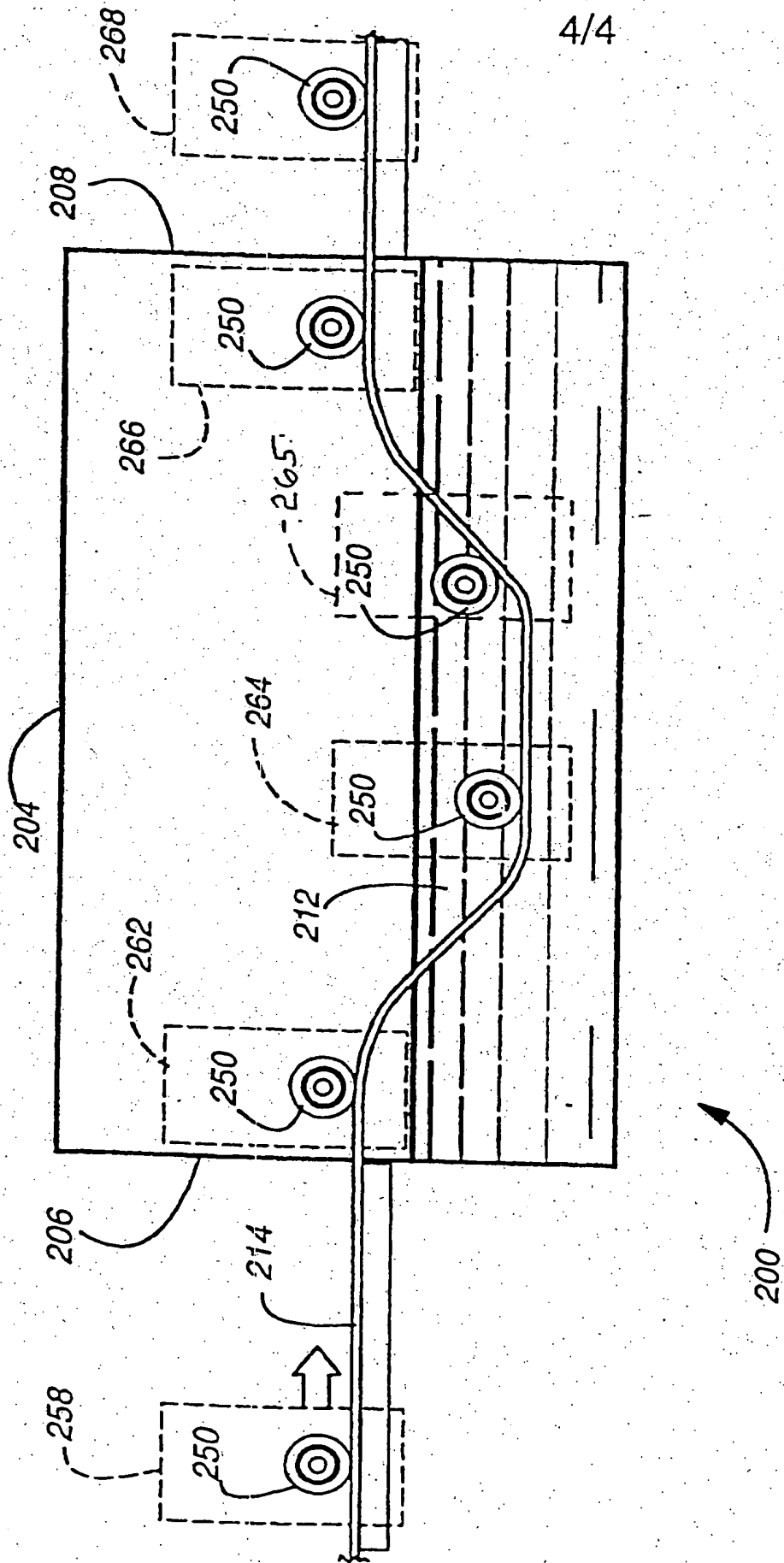


Fig. 5